

Estratificação vertical de Saturniidae (Insecta, Lepidoptera) em área de floresta ombrófila densa na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil

Janaina da Cruz Campelo¹, Juliana Carlena Silva Lins Corrêa¹, Raylan Silva de Freitas¹, José Augusto Teston¹

1. Laboratório de Estudos de Lepidópteros Neotropicais - LELN (Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil).

janainacruz18@gmail.com
juliana-karlina@hotmail.com
raylansilva46@gmail.com
jateston@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/3740340931301978>
<http://lattes.cnpq.br/5650473654223042>
<http://lattes.cnpq.br/6303968187069141>
<http://lattes.cnpq.br/5572806723566505>

<http://orcid.org/000-0001-9558-1028>
<http://orcid.org/000-0002-7217-1322>
<http://orcid.org/000-0001-6918-7860>
<http://orcid.org/0000-0003-0741-0347>

RESUMO

Apesar da grande diversidade de insetos existentes na Amazônia, ainda há pouco conhecimento sobre este grupo taxonômico neste bioma. Existindo menos ainda, informações a respeito da estratificação vertical da maioria dos artrópodes dentro das florestas tropicais. Este trabalho estudou e avaliou o padrão de estratificação vertical de mariposas Saturniidae (Lepidoptera), levando em consideração a diversidade, composição e riqueza. As coletas foram realizadas mensalmente, durante um ano, no dossel e no sub-bosque de dois pontos amostrais na Floresta Nacional do Tapajós. Foram utilizados os parâmetros: composição, abundância (N), riqueza (S), índices de diversidade e uniformidade de Shannon (H' e E') e dominância de Berger-Parker (BP). Os valores de H' foram comparados com o teste *t* de Student. Além disso, foram realizadas estimativas de riqueza e construídas curvas de acumulação de espécies. Foram coletados 639 espécimes, distribuídos em 76 espécies, com representantes de quatro subfamílias. O sub-bosque apresentou maior riqueza (S = 65), abundância (N = 421), dominância (BP = 0,31) e índice de diversidade (H' = 3,21). A comparação do H' pelo teste *t* mostrou que não há diferença significativa entre os estratos. O dossel apresentou maior uniformidade (E' = 0,80). *Othorene hodeva* (Druce, 1904), foi a espécie mais abundante em ambos os estratos. As mariposas Saturniidae se distribuem de maneira heterogênea entre o dossel e o sub-bosque da floresta da FLONA do Tapajós, ocorrendo principalmente no sub-bosque. As asas largas e o voo lento, podem ser fatores que limitem a permanência destas mariposas no sub-bosque da floresta.

Palavras-Chave: Insetos, Unidade de Conservação, Amazônia.

Vertical stratification of Saturniidae (Insecta, Lepidoptera) in an area of dense ombrophilous forest in the Tapajós National Forest, Pará, Brazil

ABSTRACT

Despite the great diversity of insects in the Amazon, there is still little knowledge about this taxonomic group in this biome. There is even less information on the vertical stratification of most arthropods within tropical forests. This work studied and evaluated the vertical stratification pattern of Saturniidae moths (Lepidoptera), taking into account diversity, composition and richness. The samples were collected monthly, during one year, in the canopy and in the understory of two sampling points in the national Forest of Tapajós. We used the parameters: composition, abundance (N), richness (S), Shannon diversity and uniformity indices (H' and E') and Berger-Parker dominance (BP). The H' values were compared with Student's *t*-test. In addition, richness estimates were made and species accumulation curves were constructed. 639 specimens were collected, distributed in 76 species, with representatives of four subfamilies. The understory presented higher richness (S = 65), abundance (N = 421), dominance (BP = 0.31) and diversity index (H' = 3.21). Comparison of H' by *t*-test showed no significant difference between strata. The canopy showed greater uniformity (E' = 0.80). *Othorene hodeva* (Druce, 1904) was the most abundant species in both strata. Saturniidae moths are distributed heterogeneously between the canopy and understory of the Tapajós FLONA forest, occurring mainly in the understory. Broad wings and slow flight may limit the permanence of these moths in the forest understory.

Keywords: Insects; Conservation Unit; Amazon.

Introdução

A região amazônica abriga a maior floresta tropical do planeta, sendo considerada detentora da maior diversidade biológica conhecida do mundo (GAMA, 2012; HAMADA et al., 2014). E, dentro desta biodiversidade destacam-se o grupo dos insetos, considerado o mais diverso do planeta, com cerca de 70% das espécies conhecidas. Os insetos são um importante elemento de todo e qualquer processo ecológico em ecossistemas terrestres e imprescindíveis em estudos que buscam entender os padrões e processos que afetam a biodiversidade (PENTEADO et al., 2009; SCHMITZ et al., 2014, BRAVO; CALOR, 2016).

Dentre as 30 ordens de insetos existentes, Lepidoptera (borboletas e mariposas) se destaca como sendo a mais bem conhecida taxonomicamente e com ampla distribuição (TESTON et al., 2006). Entre os grupos de lepidópteros que

podem ser adequadamente utilizados para o monitoramento ambiental encontram-se as mariposas da família Saturniidae (BROWN JR.; FREITAS, 1999; PENTEADO et al., 2009), com registro de 2.349 espécies em todo o mundo, distribuídas em 169 gêneros, sendo a família mais rica em espécies de Bombycoidea (VAN NIEUKERKEN et al., 2011).

A família Saturniidae apresenta distribuição em todos os continentes, sendo constituída por nove subfamílias: Agliinae, Arsenurinae, Cercophaninae, Ceratocampinae, Hemileucinae, Ludiinae, Oxyteninae, Salassinae e Saturniinae (DUARTE et al., 2012). São conhecidas na região Neotropical aproximadamente 966 espécies (CAMARGO et al., 2008), e no Brasil, foram registradas aproximadamente 500 espécies (CAMARGO et al., 2017). Sendo que as subfamílias Hemileucinae e Ceratocampinae detém o maior número de espécies e gêneros (CAMARGO et al., 2008).

A ocorrência de lepidópteros em uma dada área é influenciada por diferentes fatores ambientais, tais como, temperatura, umidade, estrutura e composição da vegetação (BROWN; HUTCHINGS, 1997). As espécies dependem de características específicas de *habitat* para ocupá-lo sendo que suas interações com outras espécies e a influência dos fatores abióticos podem limitar sua distribuição. Uma forma de analisar as variações de riqueza dos organismos é através da estratificação vertical, que se constitui em um dos eixos nos quais a distribuição e as abundâncias das espécies podem variar, sendo considerada um fator importante em estudos de diversidade (SANTOS, 2013; SCHMITZ et al., 2014).

Ressalta-se que apesar da grande diversidade de insetos existentes na Amazônia, bem como, sua importância no funcionamento dos ecossistemas, ainda há pouco conhecimento sobre este grupo taxonômico no referido bioma, uma vez que, tem se dado pouca ênfase aos invertebrados em programa de conservação, além da carência de taxonomistas (HENRIQUES et al., 2007). Além do pouco conhecimento sobre insetos, existe menos ainda, informações a respeito da estratificação vertical da maioria dos artrópodes dentro das florestas tropicais (BREHM, 2007).

De acordo com Liberal Lopes (2013), a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA do Tapajós) é considerada uma das Unidades de Conservação (UC) mais estudadas no país, porém os estudos envolvendo os invertebrados ainda se mostram insuficientes. Apesar de ser uma UC, sofre pressões antrópicas tanto no seu entorno quanto no seu interior; devido a isto, torna-se necessária a identificação e o registro de organismos o mais rapidamente possível. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi estudar a entomofauna de Saturniidae e avaliar seu padrão de estratificação vertical, levando em consideração a diversidade, composição e riqueza, contribuindo com informações acerca desse grupo na Floresta Nacional do Tapajós.

Material e Métodos

Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Floresta Nacional do Tapajós, onde realizaram-se coletas em dois pontos, denominados Pontos Amostrais 1 e 2 (PA1 - 02°51'23,3" S e 54°57'31,0" W) posicionados na estrada da Base da Terra Rica, km 67 da rodovia BR-163 (sentido Santarém-Cuiabá) e (PA2 - 03°01'05,6" S e 54°58'10,4" W) na estrada da Cooperativa de Madeireiros da FLONA do Tapajós (COOMFLONA), no km 83 da BR-163 (Figura 1). A FLONA do Tapajós está localizada no oeste do estado do Pará, entre os paralelos de 2°45' e 4°10' de latitude sul e entre os meridianos de 54°45' e 55°30' de longitude oeste e limita-se ao norte com o paralelo que cruza o km 50 da rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163); ao sul, com a rodovia Transamazônica (BR-230) e os rios Cupari e Cuparitinga ou Santa Cruz; a leste, com a BR-163; e a oeste com o rio Tapajós. Abrange parte dos municípios de Belterra, Aveiro, Placas e Rurópolis (CORDEIRO, 2005).

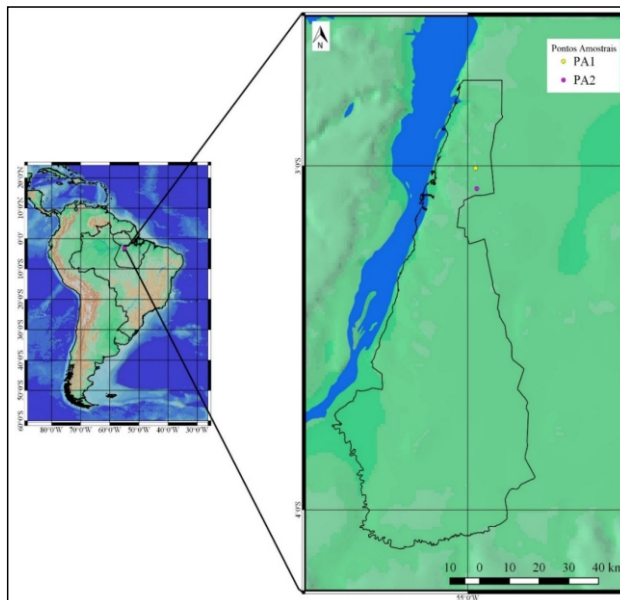


Figura 1. Mapa da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Os pontos indicam os locais de coleta. / **Figure 1.** Map of the Tapajós National Forest, Pará, Brazil. The points indicate the collection sites.

Coleta de dados

Para captura (Autorização para atividades com finalidades científicas 30499-2 do ICMBio) das mariposas foram utilizadas armadilhas luminosas, modelo "Pensilvânia" (FROST, 1957), possuindo um tronco de cone plástico com maior diâmetro de 32 cm e menor de 16 cm, ao qual estava acoplado um balde plástico com capacidade de 3,5 litros, onde foram colocados 2 litros de álcool 92° GL. Ao todo foram utilizadas 4 armadilhas, sendo 2 em cada unidade amostral, uma no sub-bosque (2 m acima do solo) e a outra no dossel (30 m acima do solo).

As armadilhas foram instaladas sobre torres de plataforma (Figura 2 A e B) pertencentes ao Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). As armadilhas, foram equipadas com lâmpadas fluorescentes ultravioleta F15 T12 LN, cuja luz possui um comprimento de onda que varia de 290 a 450 nanômetros e pico ao redor de 340 (TESTON; CORSEUIL, 2004), ativadas por baterias 12 V, ligadas ao anoitecer (18:00h) e desligada na manhã seguinte (6:00h), totalizando um esforço amostral de 12 h por armadilha/noite. Ao todo foram 24 coletas entre os meses de dezembro de 2012 a novembro de 2013, sendo uma vez por mês, durante duas noites consecutivas, no período de lua nova.

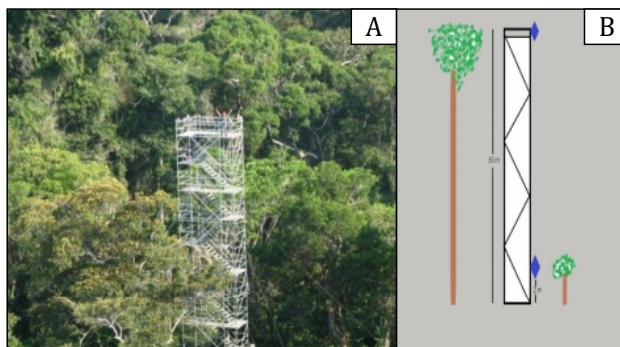


Figura 2. (A) Torre de observação e monitoramento do LBA localizada na FLONA do Tapajós. Foto: Genilson Rego, 2009; (B) Desenho esquemático do ponto de coleta com as armadilhas luminosas fixas na torre no dossel e sub-bosque. / **Figure 2.** (A) Observation and monitoring tower of the LBA located in the Tapajós FLONA. Photo: Genilson Rego, 2009; (B) Schematic drawing of the collection point with fixed light traps in the tower in the canopy and understory.

Análise dos dados

Os dados faunísticos dos estratos (sub-bosque e dossel) e pontos de coleta (PA1 e PA 2) foram analisados através dos seguintes parâmetros: composição, riqueza (S), abundância (N), índices de diversidade (H') e uniformidade de Shannon (E') e dominância de Berger-Parker (BP) conforme Magurran (2011). Os valores de H' foram comparados pelo teste *t*, pois este índice assume que a amostra é uma parte da população, sendo, portanto necessário o teste de significância estatística.

A similaridade entre os estratos foi determinada pelo índice de Bray-Curtis pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*), utilizando o software PAST, versão 3.016 (HAMMER et al., 2001).

As estimativas de riqueza de espécies entre os estratos (dossel e sub-bosque) foram realizadas com o auxílio do programa "EstimateS Richness Estimator", versão 9.1.0 (COLWELL, 2013), empregando os procedimentos "Bootstrap", "Chao1", "Chao2", "Jackknife1" e "Jackknife2", aleatorizando os dados por 1.000 vezes com abundância de classes igual a 10 (COLWELL; CODDINGTON, 1994). Além disso, foram construídas curvas de acumulação de espécies, para verificar se houve suficiência amostral.

Resultados

As coletas realizadas no dossel e sub-bosque totalizaram 639 espécimes, pertencentes a 30 gêneros distribuídos em

76 espécies, com representantes de quatro subfamílias de Saturniidae (Arsenurinae, Ceratocampinae, Hemileucinae, Saturniinae) (Tabela 1). Dentre o total dos espécimes, 218 foram coletados no dossel, compreendendo 44 espécies e 421 no sub-bosque, com 65 espécies, sendo a taxa de captura maior no sub-bosque (66%) do que no dossel (34%).

Hemileucinae e Ceratocampinae foram as subfamílias que apresentaram maior riqueza (59% e 36% respectivamente) e abundância (32% e 64% respectivamente). Para a amostragem geral, as espécies *Othorene hodeva* (Druce, 1904), *Dirphia panamensis panamensis* (Schaus, 1921) e *Adeloneivaia subangulata* (Herrich-Schäffer, 1855) foram as mais abundantes. No dossel as mais abundantes foram *Othorene hodeva* (31 indivíduos), *Dirphia panamensis panamensis* (26 indivíduos) e *Syssphinx molina* (Cramer, 1780) (23 indivíduos). Já no sub-bosque, *Othorene hodeva* (130), *Adeloneivaia subangulata* (26) e *Automeris godarti* (Boisduval, 1875) (22) foram as mais abundantes.

Do total de espécies coletadas, 31 ocorreram somente no sub-bosque e 10 somente no dossel, sendo que do total de espécies exclusivas (dossel e sub-bosque) 32 ocorreram com até três indivíduos. *Parademonia samba* (Schaus, 1906) foi a espécie exclusiva de maior abundância (11 indivíduos) no sub-bosque e *Schausiella subochreatea* (Schaus, 1904) foi exclusiva com maior abundância no dossel (seis indivíduos).

Tabela 1. Espécies de mariposas Saturniidae coletadas com armadilha luminosa em dois estratos (D= dossel e SB= sub-bosque) na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil, no período de dezembro de 2012 a novembro de 2013. / **Table 1.** Species of Saturniidae collected with light trap in two strata (D= canopy and SB= understory) at FLONA, Tapajós, Pará, Brazil, from December 2012 to November 2013.

Táxon	Dossel	Sub-bosque	Total
Arsenurinae			
<i>Arsenura albopicta</i> Jordan, 1922	4	2	6
<i>Arsenura ponderosa guianensis</i> (Rothschild, 1907)	1	0	1
<i>Dysdaemonia australoboreas</i> Brechlin & Meister, 2009	1	1	2
<i>Paradaemonia samba</i> (Schaus, 1906)	0	11	11
<i>Rhesocytis hermes</i> (Rothschild, 1907)	0	2	2
<i>Titaea tamerlan</i> (Maassen, 1869)	0	2	2
Ceratocampinae			
<i>Adeloneivaia boisbualii</i> (Doumet, 1859)	18	3	21
<i>Adeloneivaia catoxantha</i> (Rothschild, 1907)	2	3	5
<i>Adeloneivaia cayennensis</i> Brechlin & Meister, 2011	0	2	2
<i>Adeloneivaia kawiana</i> Brechlin & Meister, 2011	10	14	24
<i>Adeloneivaia subangulata</i> (Herrich-Schäffer, 1855)	18	26	44
<i>Adelowalkeria plateada</i> (Schaus, 1905)	11	3	14
<i>Almeidella</i> sp.	1	2	3
<i>Citheronia hamifera hamifera</i> Rothschild, 1907	5	6	11
<i>Citioica</i> sp.	3	4	7
<i>Eacles barnesi</i> Schaus, 1905	1	1	2
<i>Eacles imperialis cacticus</i> (Boisduval, 1868)	1	4	5
<i>Eacles masoni fulvaster</i> Rothschild, 1907	2	7	9
<i>Eacles guianensis</i> Schaus, 1905	1	0	1
<i>Eacles paraadoxa</i> Brechlin & Meister, 2009	0	2	2
<i>Othorene hodeva</i> (Druce, 1904)	31	130	161
<i>Othorene</i> sp.1	1	3	4
<i>Othorene</i> sp.2	1	7	8
<i>Othorene</i> sp.3	8	12	20
<i>Proclitronia fenestrata</i> (Rothschild, 1907)	1	5	6
<i>Psilopygida crispula</i> (Dognin, 1905)	1	0	1
<i>Ptiloscola cinerea</i> (Schaus, 1900)	2	3	5
<i>Schausiella arpi</i> (Schaus, 1892)	2	1	3
<i>Schausiella subochreatea</i> (Schaus, 1904)	6	0	6
<i>Schausiella</i> sp.	0	2	2
<i>Syssphinx molina</i> (Cramer, 1780)	23	4	27
<i>Syssphinx</i> sp.	12	4	16

Tabela 1. Espécies de mariposas Saturniidae coletadas com armadilha luminosa em dois estratos (D= dossel e SB= sub-bosque) na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil, no período de dezembro de 2012 a novembro de 2013. / **Table 1.** Species of Saturniidae collected with light trap in two strata (D= canopy and SB= understory) at FLONA, Tapajós, Pará, Brazil, from December 2012 to November 2013.

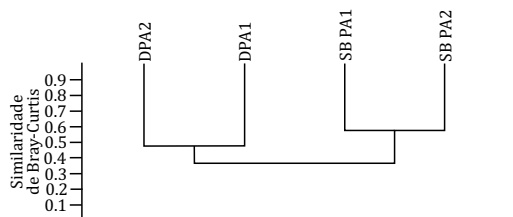
Táxon	Dossel	Sub-bosque	Total
Hemileucinae			
<i>Ancistrotia</i> sp.	0	2	2
<i>Automerina auletes</i> (Herrich-Schäffer, 1854)	1	0	1
<i>Automerina caudatula</i> (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	1	7	8
<i>Automerina</i> sp.	0	1	1
<i>Automeris annulata</i> Schaus, 1906	0	6	6
<i>Automeris arminia</i> (Stoll, 1781)	2	3	5
<i>Automeris cinctistriga</i> (R. Felder & Rogenhofer, 1874)	0	4	4
<i>Automeris godarti</i> (Boisduval, 1875)	2	22	24
<i>Automeris innoxia</i> Schaus, 1906	0	3	3
<i>Automeris midea</i> (Maassen & Weyding, 1885)	1	2	3
<i>Automeris</i> sp.1	0	3	3
<i>Automeris</i> sp.2	0	2	2
<i>Automeris</i> sp.3	0	3	3
<i>Automeris</i> sp.4	0	2	2
<i>Automeris</i> sp.5	0	1	1
<i>Automeris</i> sp.6	1	3	4
<i>Automeris</i> sp.7	0	1	1
<i>Automeris</i> sp.8	0	1	1
<i>Automeris</i> sp.9	1	1	2
<i>Dirphia acidalia</i> Hübner, 1819	0	3	3
<i>Dirphia panamensis</i> (Schaus, 1921)	26	21	47
<i>Dirphia</i> sp.	1	0	1
<i>Gamelia abboyacensis</i> Brechlin, 2018	0	4	4
<i>Gamelia lojensis</i> Brechlin, Käch & Meister, 2012	0	1	1
<i>Gamelia rindgei</i> Lemaire, 1967	0	1	1
<i>Hylesia composita</i> Dognin, 1912	0	3	3
<i>Hylesia gyrex</i> Dyar, 1913	2	0	2
<i>Hylesia metabus</i> (Cramer, 1775)	3	0	3
<i>Hylesia olivenca</i> Schaus, 1927	1	1	2
<i>Hylesia</i> sp.1	0	8	8
<i>Hylesia</i> sp.2	2	1	3
<i>Hylesia</i> sp.3	0	1	1
<i>Hylesia</i> sp.4	1	0	1
<i>Hyperchiria nausica</i> (Cramer, 1779)	1	10	11
<i>Leucanella memusoides</i> (Lemaire, 1973)	1	0	1
<i>Lonomia</i> sp.	0	2	2
<i>Molippa placida</i> (Schaus, 1921)	1	2	3
<i>Molippa</i> sp.	2	6	8
<i>Pseudautomeris erubescens</i> (Boisduval, 1875)	0	3	3
<i>Pseudautomeris lata</i> (Conte, 1906)	0	5	5
<i>Pseudautomeris subcoronis</i> Lemaire, 1967	0	7	7
<i>Pseudodirphia</i> sp.	0	7	7
Saturniinae			
<i>Rothschildia erycina erycina</i> (Shaw, [1796])	0	2	2
<i>Rothschildia hesperus hesperus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	1

A maior diversidade, baseado no índice de Shannon, foi registrada no sub-bosque ($H' = 3,21$) e menor no dossel ($H' = 3,05$) (Tabela 2). A comparação do H' pelo teste t mostrou que não há diferença significativa a nível de 5% entre o dossel e o sub-bosque ($t = 1,3211$; $p = 0,187$). Apesar disto, em outros parâmetros avaliados houve diferenças, como por exemplo, a uniformidade de Shannon foi máxima no dossel ($E' = 0,80$), refletindo em uma baixa dominância de espécies nesse estrato. Desta maneira, o sub-bosque apresentou a maior dominância de Berger-Parker ($BP = 0,31$) (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza (S), Abundância (N), Índices de Diversidade (H') e Uniformidade (E') de Shannon. Dominância de Berger-Parker (BP) das espécies de Saturniidae coletadas com armadilha luminosa em dois estratos (D= dossel; SB= sub-bosque) na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil, no período de dezembro de 2012 a novembro de 2013. / **Table 2.** Richness (S), Abundance (N), Diversity Indexes (H') and Shannon Uniformity (E'). Berger-Parker (BP) dominance of Saturniidae species collected with light trap in two strata (D= canopy; SB= understory) at FLONA, Tapajós, Pará, Brazil, from December 2012 to November 2013.

Parâmetros	D	SB	Total Geral
S	44	65	76
N	218	421	639
H'	3,06	3,21	--
E'	0,80	0,77	--
BP	0,14	0,31	--

A análise de agrupamento (Figura 3) demonstrou a formação de dois grupos distintos, um formado pelos pontos de coleta do dossel, com valor de distância igual à 0,475, e outro grupo formado pelo estrato de sub-bosque, com valor de distância igual à 0,575, indicando maior similaridade na composição de espécies entre os mesmos estratos. O agrupamento é confirmado pelo coeficiente de correlação cofonética que foi igual à 0,7113, o que reflete na confiabilidade da análise.

**Figura 3.** Análise de agrupamento (UPGMA) baseado no índice de Bray-Curtis para espécies de Saturniidae (Insecta, Lepidoptera) coletadas com armadilha luminosa na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, no período de dezembro de 2012 a novembro de 2013. D PA1= Dossel do ponto amostral 1; D PA2= Dossel do ponto amostral 2; SB PA1= Sub-bosque do ponto amostral 1; SB PA2= Sub-bosque do ponto amostral 2. / **Figure 3.** Cluster analysis (UPGMA) based on Bray-Curtis index for Saturniidae species (Insecta, Lepidoptera) collected with light trap in the Tapajós National Forest, Pará, Brazil, from December 2012 to November 2013. D PA1 = Canopy of sample point 1; D PA2 = Canopy of sample point 2; SB PA1 = Underwood from sampling point 1; SB PA2 = Underwood of sampling point 2.

As estimativas de riqueza demonstram que podemos encontrar muito mais espécies se ampliamos o período de amostragem. Segundo os estimadores “Chao 1” e “Jackknife 2”, podemos capturar de 71 a 87 espécies no sub-bosque, enquanto que, no dossel, podem ser capturadas de 55 a 100 espécies, conforme os estimadores “Bootstrap” e “Chao 2” (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas de riqueza das espécies de Saturniidae coletadas com armadilha luminosa em dois estratos (D= dossel e SB= sub-bosque) na FLONA do Tapajós, Pará, Brasil, no período de dezembro de 2012 a novembro de 2013. / **Table 3.** Estimated richness of Saturniidae species collected with light trap in two strata (D= canopy and SB= understory) at FLONA, Tapajós, Pará, Brazil, from December 2012 to November 2013.

Estimativas	D	SB	Total Geral
Chao 1	72	71	83
Chao 2	100	76	91
Jackknife 1	70	84	97
Jackknife 2	90	87	103
Bootstrap	55	74	86

Os valores estimados são ressaltados pela curva de acumulação que está longe de atingir uma assíntota, mostrando que um maior número de espécies poderá ser capturado com maior esforço amostral (Figura 4, 5 e 6).

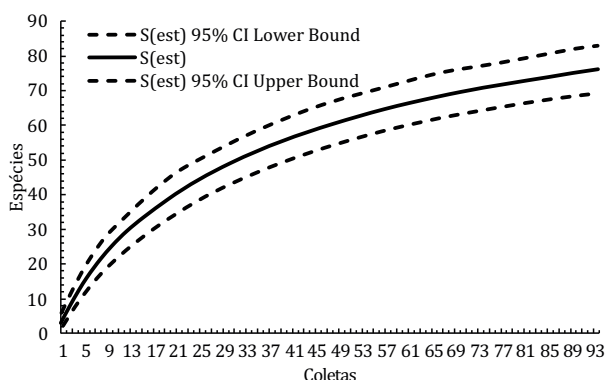


Figura 4. Curva de acumulação das espécies para amostragem geral. / **Figure 4.** Species accumulation curve for general sampling.

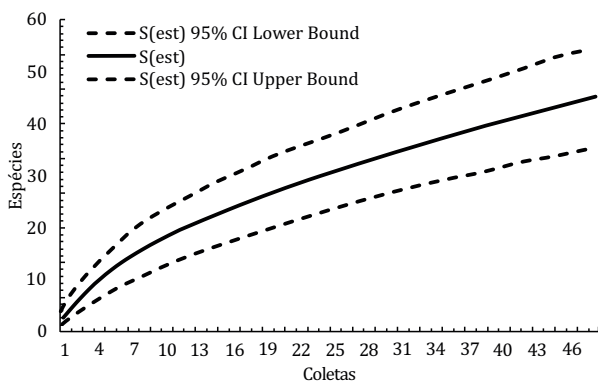


Figura 5. Curva de acumulação de espécies para o dossel. / **Figure 5.** Species accumulation curve for the canopy.

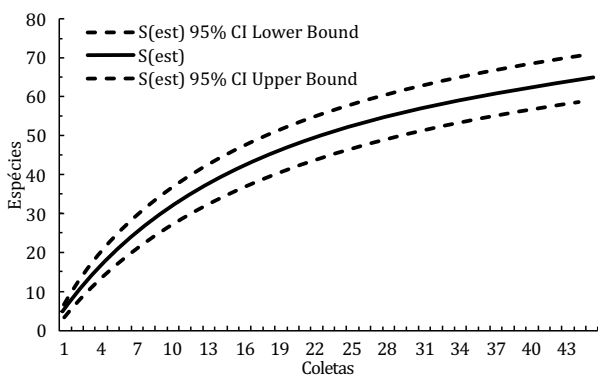


Figura 6. Curva de acumulação de espécies para o sub-bosque. / **Figure 6.** Species accumulation curve for understory.

Discussão

A riqueza de mariposas Saturniidae na FLONA do Tapajós foi bastante representativa, sendo coletadas 76 espécies. Marinoni et al. (1997) em trabalho realizado com Saturniidae em oito localidades no estado do Paraná, registraram valor de riqueza muito próximo ao encontrado neste trabalho. Ao compararmos com a riqueza (18 espécies) encontrada por Santos (2010) em uma área alterada em Altamira, Pará, observamos que o valor foi inferior ao encontrado neste estudo, indicando o quão rica é a FLONA do Tapajós e a importância de sua conservação.

Das cinco subfamílias de Saturniidae ocorrentes no Brasil, quatro ocorreram neste estudo (Arsenurinae, Ceratocampinae, Hemileucinae e Saturniinae), sendo que, Hemileucinae e Ceratocampinae foram as subfamílias mais expressivas, detendo o maior número de espécies, seguindo o mesmo padrão de diversidade de espécies por subfamílias observado no Brasil e Região Neotropical (CAMARGO et al., 2008).

Do total de espécies capturadas, a taxa de captura foi maior no sub-bosque do que no dossel, assim como uma maior captura de indivíduos foi encontrada no sub-bosque, mostrando que a fauna de saturnídeos ocorre de maneira estratificada. A análise de agrupamento corrobora com os dados de riqueza e abundância, reunindo as espécies que ocorrem no dossel e sub-bosque em diferentes grupos, revelando que há estratificação das espécies de Saturniidae nos dois pontos da FLONA do Tapajós.

Segundo Brown e Hutchings (1997) os lepidópteros ocorrem de maneira diferenciadas de acordo com os fatores ambientais dos diversos ambientes em que vivem. Brehm (2007) e Freitas (2014) trabalhando com a estratificação vertical de mariposas Arctiini, encontraram maior riqueza e abundância de espécies no dossel. O dossel também foi o estrato que apresentou maior riqueza e abundância de espécies de borboletas Nymphalidae em estudo realizado por Valente et al. (2014). Já Araújo (2006) observou uma maior riqueza e abundância de borboletas Ithomiinae no sub-bosque. No presente estudo, a riqueza e abundância de espécies foi maior no sub-bosque.

Em alguns estudos que investigaram a estratificação vertical de outros artrópodes, foram observados uma maior preferência pelo estrato de dossel, como o estudo realizado por Basset et al. (1992) com artrópodes (Acari, Araneae, Blattodea, Collembola, Coleoptera, Hymenoptera, Isopoda, Lepidoptera) em uma floresta tropical da África. Morato (2001) encontrou um maior número de vespas e abelhas no dossel de fragmentos de floresta na Amazônia Central. Schmitz et al. (2014) trabalhando com a distribuição de moscas e abelhas na floresta Amazônica, observaram uma riqueza de moscas significativamente maior no dossel, já com relação as abelhas, não houve diferença.

Segundo Wardhaugh (2014) a distribuição das espécies em escala espacial e temporal é o resultado evolutivo da ação de diversas forças seletivas, como condições climáticas, disponibilidade de recursos, complexidade do habitat, presença de inimigos naturais, bem como características específicas da história de vida das espécies, como capacidade

de dispersão, tolerância fisiológicas e amplitude da dieta, que atuam em intensidades diferentes. Estratos superiores, apresentam temperaturas mais altas e umidade relativa do ar mais baixa, assim como a luminosidade e a intensidade dos ventos que atingem o sub-bosque é bem menor em relação ao dossel. Deste modo, o sub-bosque se constitui um ambiente mais tamponado, estando sujeito a poucas oscilações nas condições ambientais (SCHMITZ et al., 2014), abrigando uma maior riqueza e abundância de espécies de Saturniidae, que pode ser explicada por características que limitam sua distribuição em *habitat* com menor umidade, uma vez que estes não se alimentam e não obtêm água durante a fase adulta, sendo a escolha por *habitat* mais úmidos uma maneira para que dessecação não ocorra (OLIVEIRA, 2014).

A composição de espécies de Saturniidae diferiu significativamente entre os estratos. Sendo encontradas 31 espécies exclusivas no sub-bosque e 10 espécies exclusivas no dossel, mostrando que há uma preferência de algumas espécies por determinado estrato. Segundo Basset et al (2003) a maior ocorrência de espécies nos diferentes estratos pode estar relacionada com as condições meteorológicas, como umidade relativa, radiação solar, temperatura e vento, que ocorrem com maior ou menor intensidade dependendo do estrato. O maior número de espécies exclusivas no sub-bosque, pode também estar relacionada às características morfológicas, uma vez que estas mariposas apresentam asas largas e ornamentadas, algumas com grandes prolongamentos caudais e voo relativamente fraco e desajeitado (SANTOS, 2012; SCHMITZ et al., 2014), podendo sofrer com a maior intensidade dos ventos que atingem o dossel.

Com relação à diversidade, no sub-bosque foi um pouco maior, do que o dossel, não sendo está uma diferença estatisticamente significativa. Apesar do maior número de indivíduos e diversidade encontrados no sub-bosque, sua uniformidade é menor quando comparado ao dossel. Já a dominância apresentou valores inversos aos de uniformidade, ou seja, no sub-bosque há uma maior dominância de espécies. Isto é característico, uma vez que a uniformidade é inversamente proporcional à dominância. De uma maneira geral, os dados mostram que houve estratificação das espécies, sendo o sub-bosque o estrato onde se encontram a maior fauna de saturniídeos.

As curvas de acumulação de espécies não estabilizaram, evidenciando a existência de mais espécies a serem capturadas, o que é corroborado pelos estimadores de riqueza, que apontam esta tendência, revelando que ainda existem espécies de saturniídeos na FLONA do Tapajós a serem amostradas.

Conclusão

Observamos que as espécies de mariposas Saturniidae se distribuem de maneira heterogênea entre o dossel e o sub-bosque da floresta da FLONA do Tapajós, ocorrendo principalmente no sub-bosque. As características morfológicas, como as asas largas e ornamentadas, bem como o voo lento e desajeitado, podem ser fatores que limitem a perma-

nência destas mariposas no sub-bosque da floresta, que se constitui um ambiente mais tamponado, com intensidade dos ventos bem menor relação ao dossel.

Muitos dos trabalhos encontrados sobre estratificação de lepidópteros estão relacionados para o grupo de borboletas e pouquíssimos trabalhos tratam da estratificação de mariposas, não havendo estudos para Saturniidae sob estratificação, até mesmo trabalhos sobre sua diversidade são escassos. Sendo assim este trabalho constitui como o primeiro a tratar deste tema, contribuindo para o conhecimento do grupo em questão e ampliando o inventariamento entomofaunístico da região amazônica, além de poder servir como subsídio para o monitoramento de possíveis impactos causados pelas atividades de manejo exercida nesta UC, uma vez que os saturniídeos são sensíveis às alterações no ambiente.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Oeste do Pará, através do Laboratório de Estudos de Lepidópteros Neotropicais (LELN), que possibilitou a realização deste trabalho. À Doutoranda Margarida Pereira de Freitas por nos conceder acesso ao material de suas coletas e pelas informações sobre as mesmas.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, I. S. **Estrutura e influência da sazonalidade na comunidade de borboletas da subfamília Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) na Estação Científica Ferreira Penna, Melgaço, Pará.** 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado) Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará/UFGPA, 2006.
- BASSET, Y.; ABERLENC, H.; DELVARE, G. Abundance and stratification of foliage arthropods in a lowland rain forest of Cameroon. **Ecological Entomology**, v. 17, n. 4, p. 310-318, 1992.
- BASSET, Y.; HAMMOND, P. M.; BARRIOS, H.; HOLLOWAY, J. D.; MILLER, S. E. Vertical stratification of arthropod assemblages. In: BASSET, Y.; NOVOTRY, V.; MILLER, S. E.; KITCHING, R. L. (Ed.) **Arthropods of tropical forests: Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. p. 17-27.
- BRAVO, F.; CALOR, A. R. **Conhecendo os artrópodes do Semiárido**. São Paulo: Méis Produção Editorial, 2016.
- BREHM, G. Contrasting patterns of vertical stratification in two moth families in a Costa Rican lowland rain forest. **Basic and Applied Ecology**, v.8, n. 1, p. 44-54, 2007.
- BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO E. M. (Ed.) **Biodiversidade do Estado de São Paulo: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados Terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 226-243.
- BROWN JR., K. S.; HUTCHINGS, R. W. Disturbance, fragmentation, and dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD JR., R. O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. Chicago: University Press, 1997. p.91-110.
- CAMARGO, A. J. A.; DUARTE, M.; MIELKE, C. G. C.; SANTOS, F. L. 2017. Saturniidae. Em: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2727> (Acessada em 17/04/2019).
- CAMARGO, A. J. A.; SOARES, R. S.; DE SÁ, K. R. Saturniidae (Lepidoptera) do Cerrado: Biodiversidade e Aspectos Biogeográficos. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SAVANAS TROPICAIS, 2008. Brasília: **Anais do II Simpósio Internacional De Savanas Tropicais**, 2008.
- COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B**, v. 345, n. 1311, p. 101-118, 1994.
- COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9, 2013. Disponível em: <http://purl.oclc.org/estimates> (Acessada em 17/04/2019).
- CORDEIRO, A. **Plano de Manejo Floresta Nacional do Tapajós: A transformação para conservar está em nossas mãos**. Rio de Janeiro: IBAMA-MMA, 2005.

- DUARTE, M.; MARCONATO, G.; SPECHT, A.; CASAGRANDE, M. M. Lepidoptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. (Ed.). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2012. p. 625-682.
- FREITAS, M. P. **Estratificação vertical de Arctiini (Lepidoptera, Erebidae, Arctiinae) na Floresta Nacional do Tapajós, Amazônia Oriental, Pará, Brasil**. 2014. 88 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA, Santarém, 2014.
- FROST, S. W. The Pennsylvania Insect Light Trap. **Journal of Economic Entomology**, v. 50, n. 3, p. 287-292, 1957.
- GAMA, J. R. V. Ecossistemas Amazônicos. In: PELEJA, J. R. P.; MOURA, J. M. S. (Ed.). **Estudos Integrativos da Amazônia-EIA**. São Paulo: Acquarello. 2012. p. 149-175.
- HAMADA, N.; NESSIMIAN, J. L.; QUERINO, R. B. **Insetos Aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Manaus: Editora do INPA, 2014.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HENRIQUES, A. L.; RAFAEL, J. A.; ALE-ROCHA, R.; XAVIER-FILHO, F. F.; BACCARO, F. B.; GODOI, F. S. P. Insetos e outros artrópodes terrestres. In: PY-DANIEL, L. R.; DEUS, C. P.; HENRIQUES, A. L.; PIMPÃO, D. M.; RIBEIRO, O. M. (Ed.). **Biodiversidade do Médio Madeira: Bases científicas para propostas de conservação**. Manaus: INPA, 2007. p.57-68.
- LIBERAL LOPES, A. **Borboletas frugívoras em dois estratos verticais na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA, Santarém, 2013.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011.
- MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C.; CASAGRANDE, M. M. Levantamento da fauna entomológica no estado do Paraná. III-Saturniidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 2, p. 473-495, 1997.
- MORATO, E. F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II-Estratificação vertical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 3, p. 737-747, 2001.
- OLIVEIRA, L. B. **Importância das fitofisionomias e estações climáticas na distribuição espacial e temporal de mariposas noturnas (Lepidoptera, Saturniidae e Sphingidae) no Parque Estadual dos Pireneus, GO**. 2014. 166 f. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília/UNB, 2014.
- PENTEADO, S. R. C.; BARBOSA, L. R.; IEDE, E. T.; FILHO, W. R.; STRAPSSON, P.; LINZMEIER, A. M.; THOMAZINI, M. J. Reconhecimento e identificação das principais famílias de insetos de importância quarentenária associados a materiais de propagação e/ou madeira. **Embrapa Florestas**, 2009.
- SANTOS, F. L. **Riqueza, abundância e variação temporal de Saturniidae e Sphingidae (Lepidoptera, Bombycoidea) na localidade de Vossoroca, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil**. 2012. 103 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná/UFPR, 2012.
- SANTOS, J. P. dos. **Efeitos da estratificação vertical na comunidade de borboletas frugívoras na floresta atlântica estacional**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP, São Paulo, 2013.
- SANTOS, S. C. **Análise faunística de Saturniídeos (Lepidoptera, Saturniidae) numa área alterada em Altamira, Pará**. 2010. 39 f. Monografia. Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA, Altamira, 2010.
- SCHMITZ, H. J.; AMADOR, R. B.; FERREIRA, J. E. D.; MAUES, M. M.; NASCIMENTO, I. M.; MARTINS, M. B. Relações biodiversidade vs. clima em escala local: Um estudo de caso em busca de padrões espaço-temporais em insetos. In: Emilio, T.; Luizão, F. (Ed.). **Cenários para a Amazônia: clima, biodiversidade e uso da terra**. Manaus: Editora INPA. 2014. p. 19-30.
- TESTON, J. A.; CORSEUIL, E. Diversidade de Arctiinae (Lepidoptera, Arctiidae) capturados com armadilha luminosa, em seis comunidades no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 1, p. 77-90, 2004.
- TESTON, J. A.; SPECHT, A.; DI MARE, R. A.; CORSEUIL, E. Arctiinae (Lepidoptera, Arctiidae) coletados em unidades de conservação estaduais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 2, p. 280-286, 2006.
- VALENTE, D. M. P.; ZENKER, M. M.; TESTON, J. A. Tiger-Moths in Savannas in Eastern Amazon: First Assessment of Diversity and Seasonal Aspects. **Neotropical Entomology**, v. 47, v. 6, p. 842-851, 2018.
- VAN NIEUKERKEN, E. J.; KAILA, L.; KITCHING, I. J.; KRISTENSEN, N. P.; LEES, D. C.; MINET, J.; MITTER, C.; MUTANEN, M.; REGIER, J. C.; SIMONSEN, T. J.; WAHLBERG, N.; YEN, S.; ZAHIRI, R.; ADAMSKI, D.; BAIXERAS, J.; BARTSCH, D.; BENGTSSON, B. A.; BROWN, J. W.; BUCHELI, S. R.; DAVIS, D. R.; DE PRINS, J.; DE PRINS, W.; EPSTEIN, M. E.; GENTILI-POOLE, P.; GIELIS, C.; HÄTTENSCHWILER, P.; HAUSMANN, A.; HOLLOWAY, J. D.; KALLIES, A.; KARSHOLT, O.; KAWAHARA, A. Y.; KOSTER, S. J.C.; KOZLOV, M. V.; LAFONTAINE, J. D.; LAMAS, G.; LANDRY, J.; LEE, S.; NUSS, M.; PARK, K.; PENZ, C.; ROTA, J.; SCHINTLMISTER, A.; SCHMIDT, B. C.; SOHN, J.; SOLIS, M. A.; TARMANN, G. M.; WARREN, A. D.; WELLER, S.; YAKOVLEV, R. V.; ZOLOTUHN, V. V.; ZWICK, A. Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: ZHANG, Z.Q. (Ed.) **Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness**. Zootaxa, v. 3148, p. 1-237, 2011.
- WARDHAUGH, C. W. The spatial and temporal distributions of arthropods in forest canopies: uniting disparate patterns with hypotheses for specialisation. **Biological Reviews**, v. 89, n. 4, p. 1021-1041, 2014.